ANALISIS DE POSIBLES COSTOS ADICIONALES

PROGRAMA DE INTEGRACION VIAL REGIONAL II

PROYECTO: CORREDOR LOGISTICO LA BARCA-PIMIENTA (TRAMO DE LA CA-5 NORTE)

PRESTAMO BID HO-L1121

Septiembre de 2016

**ING. LEONARDO VASQUEZ SAMACA A0013703/542565/11**

El presente documento fue elaborado por el Ing. Leonardo Vásquez Samacá, consultor contratado por el Banco Interamericano de Desarrollo en el marco de la preparación de la presente operación. Cualquier concepto vertido en este análisis es responsabilidad exclusiva del consultor y no refleja la posición oficial del BID

# Contenido

[Contenido 2](#_Toc461711611)

[1 Resumen Ejecutivo 4](#_Toc461711612)

[2 Introducción y Antecedentes 6](#_Toc461711613)

[3 Objetivo y Alcance 9](#_Toc461711617)

[4 Metodología 10](#_Toc461711618)

[4.1 Etapas Metodológicas 10](#_Toc461711619)

[4.2 Metodología para el Análisis de Riesgos y Simulación de Montecarlo 12](#_Toc461711620)

[4.3 Rubros de Presupuesto Analizados 15](#_Toc461711621)

[4.4 Información Base 16](#_Toc461711622)

[5 Presupuesto del Proyecto 17](#_Toc461711623)

[6 Diagnóstico General de Costos 18](#_Toc461711624)

[6.1 Variación entre Precios de Referencia y Precios de Mercado (Ofertados en Licitación). 18](#_Toc461711625)

[6.2 Principales Insumos y su Incidencia en el Presupuesto de Referencia 20](#_Toc461711626)

[6.3 Variación de Precios de Mercado en el Tiempo 21](#_Toc461711627)

[6.4 Riesgo de Costos Adicionales 26](#_Toc461711628)

[7 Valoración del Riesgo de Costos Adicionales 27](#_Toc461711629)

[7.1 Valoración de Variación en Precios de Mercado en el Tiempo 33](#_Toc461711630)

[7.2 Valoración de Riesgo de Costos Adicionales por Mayores Cantidades de Obra 35](#_Toc461711631)

[8 Conclusiones y Recomendaciones 37](#_Toc461711632)

[9 Lista de referencias 39](#_Toc461711633)

[ANEXOS - Series Históricas de Precios 40](#_Toc461711634)

[ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente INVEST-Honduras) 42](#_Toc461711635)

[ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente INVEST-Honduras) 43](#_Toc461711636)

INDICE DE TABLAS

[Tabla 1. Categorías de probabilidad de los riesgos 12](#_Toc461711637)

[Tabla 2. Categorías de clasificación de los impactos 13](#_Toc461711638)

[Tabla 3. Matriz de riesgos e impactos 13](#_Toc461711639)

[Tabla 4. PRESUPUESTO CORREDOR LOGÍSTICO LA BARCA – PIMIENTA (Lempiras Y US$ de 2016) 17](#_Toc461711640)

[Tabla 5. Rango de Costos de Referencia por Actividad de Obra – Proyecto “La Barca-Pimienta” 19](#_Toc461711641)

[Tabla 6. Insumos Básicos e Incidencias 20](#_Toc461711642)

[Tabla 7. Caracterización de la Variación Anual de Precios de Mercado de Insumos Básicos (variaciones en moneda local) 21](#_Toc461711643)

[Tabla 8. Riesgos a Evaluar y Calificación 27](#_Toc461711644)

[Tabla 9. Riesgos: Asignación y Mitigación 30](#_Toc461711645)

[Tabla 10. Riesgos: Tratamiento en Modelación 31](#_Toc461711646)

[Tabla 11. Estructura para Cálculo de Provisión de Escalamiento de Precios 34](#_Toc461711647)

INDICE DE ILUSTRACIONES

[Ilustración 1. Corredores Estratégicos de Integración Nacional y Regional - Honduras 6](#_Toc461711648)

[Ilustración 2. Muestra: Corredor Logístico La Barca – Pimienta (Honduras, CA-5 Norte) 8](#_Toc461711649)

[Ilustración 3. Indicadores de Precio Petróleo y Diésel 23](#_Toc461711650)

[Ilustración 4. Porcentaje de Costos Adicionales (%) – Proyectos Viales Honduras 26](#_Toc461711651)

[Ilustración 5. Variación Promedio de Precios de Mercado en el Tiempo 2016 a 2020 - Curva de Distribución de Probabilidad 33](#_Toc461711652)

[Ilustración 6. Costos Adicionales por mayor Cantidad de Obra - Curva de Distribución de Probabilidad – 90% de Certeza – Valor Sin incluir Riesgo de Costo en Predios 35](#_Toc461711653)

# Resumen Ejecutivo

El presente documento contiene el análisis de cuantificación de riesgo de costos adicionales que se puedan presentar durante la implementación del “Programa de Integración Vial Regional II” en Honduras, teniendo en cuenta el comportamiento histórico de las variables más representativas en un proyecto vial. En este contexto se analiza como muestra representativa, el Proyecto “**Corredor Logístico La Barca – Pimienta**”, el cual tiene una longitud aproximada de 23 km, y comprende el mejoramiento de carriles existentes y ampliación de dos (2) a cuatro (4) carriles, de la carretera CA-5 Norte, tramo III, con una solución de concreto asfáltico convencional. El costo del proyecto asciende a US$ 48,36 millones de dólares (incluyendo dos reservas como porcentaje del valor neto de obra en moneda local: Administración Delegada 6%, Cláusula Escalatoria 8%); se estima un plazo de ejecución del proyecto de 18 meses, iniciando en el segundo semestre de 2017. Es importante resaltar que el proyecto se alinea con el objetivo del programa, que es contribuir a la mejora de la integración física y la conectividad vial de Honduras, mediante la mejora de las condiciones de transitabilidad en vías de integración nacional y regional del país, para estimular la actividad productiva y el crecimiento económico.

En esencia se cuantifican: i) Eficiencias capturadas en la oferta licitatoria; ii) Riesgo de costos adicionales por mayores cantidades de obra y obras adicionales no previstas; iii) Variación de precios de mercado en el tiempo o Escalamiento.

El análisis se fundamenta: i) informe estadístico sobre "Costos de Obras Viales, Informe Estadístico"[[1]](#footnote-1) (Mey Leen Chin Sierra, para INVEST-Honduras, 2015 y actualización 2016), el cual contiene información sobre precios de referencia para presupuestos de obra y precios en el sector real; ii) información histórica sobre proyectos viales ejecutados por Cuenta del Milenio-Honduras (MCA – Honduras), ahora INVEST-Honduras (Inversión Estratégica de Honduras), entre 2008 a 2015, y sus costos adicionales; iii) Información de variación en el tiempo de costos de insumos de obra (materiales, mano de obra y equipos) provenientes de bases de datos de fuentes oficiales (Banco Central de Honduras e Instituto Nacional de Estadística), gremios (CHICO - Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción), y otras entidades (centralamericadata, indexmundi, U.S. Energy Information Administration , notas de prensa), y expectativas futuras.

Empleando la data histórica y expectativas futuras se desarrolla un modelo probabilístico siguiendo la metodología de simulación de Montecarlo, que parte de un modelo matemático que simula la problemática objeto de análisis (en este caso un modelo de costos del proyecto), sobre el cual se asignan distribuciones de probabilidad a las variables del modelo que tienen riesgo (variables con riesgo de variación, como costos unitarios y cantidades de obra), para posteriormente generar números aleatorios acordes a esas distribuciones “simulando” la posible activación de riesgos en el futuro; por otro lado, se tiene una variable dependiente que mide el impacto de la activación de los diferentes riesgos, a la cual se le hace un seguimiento en el proceso de generación aleatoria de variables de riesgo, y al final de una serie de iteraciones, se obtiene una curva que relaciona impacto con probabilidad de ocurrencia del mismo (costos adicionales).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1. Por escalamiento la necesidad de una provisión con valor esperado de 3,9% sobre el valor del proyecto, asumiendo inicio de obra en el segundo semestre de 2017 y terminación a finales de 2018. Dicha variación de precios es jalonada básicamente por la variación de derivados del petróleo (asfalto y diésel).
2. Por riesgo de costos adicionales se estima una provisión con valor esperado de 13% sobre el valor del proyecto.

Al respecto, y en consideración a: i) los resultados encontrados, ii) que el presupuesto de referencia del proyecto incluye una reserva de administración delegada de 6% y es escalamiento de 8%, iii) que en países de la región (ejemplo: Panamá, Nicaragua) se observa que el riesgo de costos adicionales se reduce de manera importante al implementar mecanismos de control de ejecución presupuestal y optimización de diseños; se recomienda:

1. Implementar mecanismos de seguimiento a la ejecución, y prácticas de control, gestión de costos, y optimización de diseños y especificaciones.
2. Se encuentra que las reservas (escalamiento y administración delegada) ya consideradas en el presupuesto de referencia son suficientes para cubrir la estimación de escalamiento y cuantificación del riesgo de costos adicionales, bajo la premisa del cumplimiento de la recomendación del numeral (a.). Por lo tanto, no se estima necesario adicionar el presupuesto para cubrir de mayor forma el riesgo de costos adicionales y escalamiento.

# Introducción y Antecedentes

[[2]](#footnote-2)“La infraestructura de transporte de Honduras se compone principalmente por su red de carreteras interurbanas y el Puerto de Cortés en el Atlántico. La red vial tiene una longitud total de 15.159,6 km, 3.305,5 km (21,8%) corresponden a la red vial principal, 2.897,5 km a la red secundaria (19,1%) y 8.956,5 km a la red vecinal (59,1%). La red vial principal se encuentra pavimentada en un 85,8% y la red secundaria en un 29,1%. La densidad carretera es de 0,13 km/km2, ubicándose entre los países centroamericanos con menor desarrollo de red”.

“La infraestructura de transporte carretero asociado a la integración regional se caracteriza por tres ejes norte-sur que comunican las costas Atlántica y Pacífica con la capital, Tegucigalpa, en el centro del país, San Pedro Sula al norte, y otras ciudades importantes; y por dos ejes este-oeste que comunican las fronteras terrestres con el interior del país: (i) al Norte a través del Corredor Turístico sobre el Atlántico; y (ii) al Sur entre las fronteras de El Salvador y Nicaragua, a través del Corredor Pacífico”[[3]](#footnote-3) (ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Corredores Estratégicos de Integración Nacional y Regional - Honduras



Fuente: Perfil del proyecto (IDBDOCS-#40285114 – v1), BID, 2016

“Los corredores viales estratégicos presentan tramos críticos, caracterizados por reducciones sustanciales en los niveles de servicio, esto se traduce en altos costos de operación y tiempos de viaje en dichos tramos, afectando la conectividad funcional de los mismos, en este contexto, el GdH ha decidido emprender con el apoyo del Banco, un programa de inversiones para mejorar las condiciones de accesibilidad, eficiencia y seguridad en vías de integración nacional y regional de Honduras. En particular, **el tramo de la CA-5 Norte, entre La Barca-Villanueva**, con Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 6.000 a 8.000 vehículos y crecimiento anual de 3%, es el único tramo de dos carriles, de la carretera CA-5 Norte a San Pedro Sula, capital industrial del país. La carretera CA-5 Norte es una ruta estratégica para la integración física del país y la región al formar parte de la Red Internacional de Carreteras Centroamericanas (RICAM) y ser un segmento troncal del corredor logístico del país que conecta Tegucigalpa-San Pedro Sula-Puerto Cortés”[[4]](#footnote-4).

La operación se enmarca con: i) el “Plan Estratégico del Gobierno de Honduras 2014-2018”, en el cual se considera el mejoramiento de corredores viales estratégicos como parte de los resultados del componente de infraestructura productiva; ii) el Plan de Nación 2010-2022 que incluye dentro de sus lineamientos estratégicos en infraestructura productiva, el reto de aprovechar la localización geográfica del país con el fin de constituirse como el circuito más importante de transporte terrestre interoceánico para el tránsito de mercaderías en Centroamérica; y la estrategia del BID en el país, La estrategia vigente (GN-2796-1) (2015-2018) considera la vialidad para la integración regional dentro de sus cinco áreas prioritarias, estableciendo dentro de dicha área la consolidación de los principales corredores de integración nacional y regional[[5]](#footnote-5).

El objetivo del programa es contribuir a la mejora de la integración física y la conectividad vial de Honduras, mediante la mejora de las condiciones de transitabilidad en vías de integración nacional y regional del país, para estimular la actividad productiva y el crecimiento económico. El objetivo específico es contribuir a la mejora de la calidad y capacidad de la infraestructura facilitando el acceso de la población y de bienes a los mercados nacionales y regionales, a través de la reducción de los costos de operación de transporte y los tiempos de viaje de los usuarios en los corredores de integración[[6]](#footnote-6).

“Esta operación considera un monto de hasta US$75,00 millones con la siguiente estructura: i) obras civiles (hasta US$70,25 millones), ii) otros gastos (hasta US$4,75 millones), que incluye el financiamiento de costos operativos de administración y gestión del programa (actividades que fortalezcan la capacidad y el personal incremental requerido en el organismo ejecutor), así como actividades que fortalezcan el rol de la INSEP de acuerdo a sus competencias legales”[[7]](#footnote-7).

La modalidad a emplear es del programa de obras múltiples. La muestra identificada es el proyecto Corredor Logístico **La Barca – Pimienta** (aproximadamente 23 km, ver Ilustración 2). Las obras corresponden a una solución de concreto asfáltico convencional (dos capas) para la ampliación de dos a cuatro carriles, rehabilitación de carriles existentes, construcción de intercambiadores y obras de seguridad vial. Este corredor logístico tiene la máxima importancia estratégica para el país pues conecta en 241 km sentido Norte-Sur, Tegucigalpa y San Pedro Sula y en 53 km más, San Pedro y Puerto Cortés, uno de los principales puertos de la región en importaciones y exportaciones[[8]](#footnote-8). El costo estimado de la muestra es de US$48,36 millones[[9]](#footnote-9).

Ilustración 2. Muestra: Corredor Logístico La Barca – Pimienta (Honduras, CA-5 Norte)



Fuente: Perfil del proyecto (IDBDOCS-#40285114 – v1), BID, 2016

# Objetivo y Alcance

El presente estudio tiene por objeto determinar con la mayor precisión, los posibles costos adicionales que se puedan presentar durante la implementación del “Programa de Integración Vial Regional II” en Honduras, teniendo en cuenta el comportamiento histórico de las variables más representativas en un proyecto vial.

El Programa de Integración Vial Regional II (HO-L1121) ha sido concebido bajo la modalidad de programa de obras múltiples con un período de desembolsos de cinco años. En este contexto se analizará como muestra representativa, en el presente estudio, el Proyecto **Corredor Logístico La Barca – Pimienta** (aproximadamente 23 km), con el siguiente alcance:

1. Con base en información histórica de proyectos ejecutados por Cuenta del Milenio-Honduras (MCA – Honduras), ahora INVEST-Honduras (Inversión Estratégica de Honduras)[[10]](#footnote-10), se identificará el comportamiento estadístico de costos adicionales.
2. Con base en el análisis de riesgo realizado en la etapa anterior, se valorará la probabilidad de que se presenten costos adicionales durante la ejecución del proyecto y su cuantía, para lo cual se desarrollará un modelo matemático de costos.
3. Finalmente, se darán recomendaciones sobre la asignación de riesgos contractual, su cuantificación en proyectos futuros, y estrategias de prevención y mitigación.

# Metodología

## Etapas Metodológicas

Para el análisis objeto de estudio se adoptó la siguiente metodología:

1. **Levantamiento de Información**

Se realizó levantamiento de información secundaria existente, con el propósito de:

* Relacionarse con las características del proyecto objeto de estudio y su presupuesto de referencia.
  + Identificar aspectos clave de la problemática de costos adicionales en proyectos viales en Honduras ejecutados por INVEST-Honduras.
* Obtener series históricas que permitan caracterizar cualitativa y cuantitativamente comportamientos de: costos adicionales en proyectos viales; y variaciones en el tiempo de costos unitarios de insumos de construcción.

1. **Diagnostico**

Con la información secundaria obtenida se realizó un diagnóstico, abordando los siguientes aspectos de interés:

* **Eficiencias capturadas en la oferta licitatoria:** se refiere a la reducción en el costo total del proyecto a causa de eficiencias o utilidades cedidas por los proponentes interesados en el proyecto en el momento de realizar la oferta licitatoria.
* **Riesgo de Costos Adicionales**: o riesgo de que el costo del proyecto se incremente por: i) mayores cantidades de obra a las previstas en el diseño original; y ii) obras adicionales a solicitud de terceros o requerimientos del propietario.
* **Variación de Precios de Mercado en el Tiempo (Escalamiento)**: punto en el cual se cuantifica la escalabilidad de costos del proyecto en el tiempo, por la variación de tendencia histórica del precio de mercado de sus insumos principales (pueden ser positivas o negativas).

Partiendo del presupuesto de referencia del proyecto **Corredor Logístico La Barca – Pimienta** y su desagregación por actividades, se estableció una “canasta de costos de obra”, que comprende los principales insumos de obra, y su incidencia o participación porcentual en el costo total de obra.

Por otro lado, para cada uno de los principales insumos identificados anteriormente, se indagó sobre le evolución histórica del precio de mercado y sus expectativas futuras, con base en información de fuentes oficiales, gremios y otras entidades, estableciendo tendencias y distribuciones de probabilidad de dichas tendencias, las cuales se emplearon para la simulación de Montecarlo en la siguiente etapa.

1. **Procesamiento y Análisis**

El procesamiento y análisis de la información, parte del diagnóstico realizado, y se enfoca a la obtención de:

* 1. La curva de distribución de probabilidad de la relación entre presupuesto de referencia y presupuesto adjudicado en el proceso licitatorio, lo que representa la probabilidad de obtener economías en el proceso de competencia por el proyecto que se surte en licitación.
  2. La curva de distribución de probabilidad de costos adicionales como porcentaje del valor del presupuesto de referencia, considerando las economías capturadas en el proceso licitatorio.
  3. Estimación de la provisión por escalamiento, como porcentaje del presupuesto de referencia.

En análisis se apoyará en modelos matemáticos de costos y modelos probabilísticos de simulación empleando el Método de Montecarlo

Finalmente, se dan recomendaciones sobre la asignación de riesgos contractual, su cuantificación en proyectos futuros, y estrategias de prevención y mitigación.

## Metodología para el Análisis de Riesgos y Simulación de Montecarlo

El manejo de los riesgos en un proyecto pasa por las siguientes etapas principales:

* Identificación del riesgo (asociado al alcance, costo, calidad o tiempo)
* Cuantificación del daño
* Evaluación de la probabilidad
* Respuesta al riesgo

Siguiendo los lineamientos establecidos por el PMI[[11]](#footnote-11) en la guía PMBoK[[12]](#footnote-12), la cuantificación del daño y la evaluación de la probabilidad se relacionan con la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos.

Una vez identificados los riesgos, **la evaluación cualitativa** busca determinar la importancia de cada uno de ellos, con base a un análisis donde a cada riesgo se le asigna una probabilidad de ocurrencia y un impacto en caso de ocurrir. Con esas dos variables se le asigna una categoría de riesgo a cada uno de ellos. Para ello se utiliza el criterio de experto y bases de datos de otros proyectos similares. A la probabilidad de ocurrencia se le puede asignar un número por categoría, yendo desde 100% probables (Altamente Probables) hasta 0% probables (Improbables), como se muestra en la Tabla 1. Por su parte, al impacto se le puede dar también una categoría dependiendo de la gravedad en caso de ocurrencia, según la clasificación que se observa en la Tabla 2. Al analizar la probabilidad y el impacto conjuntamente se pueden calificar los riesgos con miras a determinar a cuáles se les debe prestar mayor atención, lo cual se facilita construyendo una matriz como la que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 1. Categorías de probabilidad de los riesgos



Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

Tabla 2. Categorías de clasificación de los impactos



Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

**Tabla 3. Matriz de riesgos e impactos**



Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

Paso siguiente, es la **evaluación cuantitativa** del riesgo, caso en el cual se cuantifica su probabilidad de ocurrencia con base en el acontecer histórico en proyectos similares al objeto de análisis, definiendo distribuciones de probabilidad; en cuanto a su impacto, se determina como el costo en el proyecto que su ocurrencia acarrea. Específicamente para el caso de análisis, el resultado se resume en una curva de distribución de probabilidad, que indica la probabilidad de ocurrencia de costos adicionales como porcentaje del costo de obra del proyecto, y cuya lectura se realiza en función del valor esperado o de un nivel de certeza o cobertura requerido, cuestión que indica impacto y probabilidad del mismo.

En este contexto, uno de los métodos más utilizados es la simulación de Montecarlo, que parte de un modelo matemático que simula la problemática objeto de análisis (en este caso un modelo de costos del proyecto), sobre el cual se asignan distribuciones de frecuencias a las variables del modelo que tienen riesgo (variables con riesgo de variación, como costos unitarios y cantidades de obra), para posteriormente generar números aleatorios acordes a esas distribuciones “simulando” la posible activación de riesgos en el futuro; por otro lado, se tiene una variable dependiente que mide el impacto de la activación de los diferentes riesgos, a la cual se le hace un seguimiento en el proceso de generación aleatoria de variables de riesgo, y al final de una serie de iteraciones, se obtiene una curva que relaciona impacto con probabilidad de ocurrencia del mismo (costos adicionales).

Los análisis de riesgo tradicionales se efectuaban con base en la generación de escenarios estáticos y unidimensionales, por ejemplo, un escenario pesimista, uno medio y uno optimista prediciendo solo un resultado al sensibilizar las variables. A través de la simulación de Montecarlo es posible obtener no solo los puntos extremos sino todos aquellos escenarios intermedios.

La simulación Montecarlo tiene las ventajas que se mencionan a continuación:

* Resultados probabilísticos: Se muestra no sólo lo que puede suceder, sino lo probable que es un resultado.
* Análisis de sensibilidad: Se evidencia cuáles de las variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados finales.
* Análisis de escenarios: Dado que es posible ver exactamente los valores que tiene cada variable cuando se producen ciertos resultados, se facilita profundizar en los análisis.
* Correlación de variables de entrada: Es posible modelar relaciones interdependientes entre diferentes variables de entrada.  Esto es importante para averiguar con precisión la razón real por la que, cuando algunos factores suben, otros suben o bajan paralelamente.
* Resultados gráficos: Los datos que genera la simulación de Montecarlo permiten la creación de gráficos de diferentes resultados y las posibilidades de que sucedan.
* El análisis de riesgo que se realiza con la simulación de Montecarlo puede ser cualitativo y cuantitativo. En los análisis cualitativos se incluyen evaluaciones instintivas, mientras que en el cuantitativo se asignan valores numéricos a los riesgos, ya sea con datos empíricos o cuantificando evaluaciones cualitativas. En el caso del análisis objeto de esta consultoría se utilizarán análisis cuantitativos.
* Mediante el uso de distribuciones de probabilidad se describe la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo.  Las distribuciones de probabilidad más comunes son:
* *Normal* – “curva de campana”.  Se define la media o valor esperado y una desviación estándar para describir la variación con respecto a la media.  Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse.
* *Lognormal* – Los valores muestran una clara desviación, y no son simétricos como en la distribución normal.  Se utiliza para representar valores que no bajan por debajo del cero, pero tienen un potencial positivo ilimitado.
* *Uniforme* – Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse, se deben definir el mínimo y el máximo.
* *Triangular* – Se definen los valores mínimo, más probable y máximo.  Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse.
* *Extremo Máximo y Extremo Mínimo* – Se definen los valores mínimo, más probable o máximo, como en la distribución triangular, sin embargo, los valores situados entre el más probable y los extremos tienen más probabilidades de producirse que en la distribución triangular.
* *Discreta* – El usuario define los valores específicos que pueden ocurrir y la probabilidad de cada uno.

## Rubros de Presupuesto Analizados

Los rubros de presupuesto sobre los cuales se realizó el análisis, son los siguientes:

* Actividades preliminares
* Movimiento de terracerías para ampliación
* Pavimento concreto asfáltico
* Obras de drenaje menor
* Estructuras de cajas
* Estructuras de puentes
* Puentes peatonales metálicos
* Misceláneos
* Señalización horizontal y vertical
* Intercambio paso a desnivel corredor turístico-corredor logístico (la barca, estación 192+500)
* obras de mitigación ambiental
* Plan de gestión ambiental y social a ejecutarse por el contratista

## Información Base

Con respecto a la información obtenida en el levantamiento y que sirvió de base para el análisis contenido en el presente documento, se tiene

1. Perfil del proyecto suministrado por el BID.
2. Presupuesto de referencia a nivel de actividades del proyecto de muestra "La Barca-Pimienta" (INVEST-Honduras, agosto 2016).
3. Información histórica de proyectos ejecutados por Cuenta del Milenio-Honduras (MCA – Honduras), ahora INVEST-Honduras (Inversión Estratégica de Honduras), entre 2008 a 2015, la cual abarca 18 proyectos de infraestructura vial (monto inicial del contrato, monto final, modificaciones en monto y plazo a los contratos de obra).
4. Estudio "Costos de Obras Viales, Informe Estadístico"[[13]](#footnote-13) (Mey Leen Chin Sierra, para INVEST-Honduras, 2015 y actualización 2016).
5. Información de variación en el tiempo de costos de insumos: cemento asfaltico, concreto, diésel, acero, salario mínimo, inflación interna, inflación externa; provenientes de bases de datos de fuentes oficiales (Banco Central de Honduras e Instituto Nacional de Estadística), gremios (CHICO - Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción), y otras entidades (centralamericadata, indexmundi, U.S. Energy Information Administration[[14]](#footnote-14), notas de prensa).

# Presupuesto del Proyecto

En este numeral se presenta el presupuesto del proyecto “**Corredor Logístico La Barca – Pimienta**” actualizado al año 2016 (agosto):

Tabla 4. PRESUPUESTO CORREDOR LOGÍSTICO LA BARCA – PIMIENTA (Lempiras Y US$ de 2016)



Fuente: BID, Información originada por INVEST-Honduras

El proyecto tiene un costo de obra de US$ 48,36 millones de dólares, que comprende el mejoramiento de carriles existentes y ampliación de dos (2) a cuatro (4) carriles, de la carretera CA-5 Norte, tramo III: La Barca – Pimienta, con una longitud de 23.00 km. Las obras corresponden a una solución de concreto asfáltico convencional (dos capas), rehabilitación de carriles, ampliación de la vía, construcción de intercambiadores, pasos a nivel y desnivel, puentes peatonales, drenajes y obras de seguridad vial, administración (6% del costo de obra), escalamiento (8% del costo de obra), supervisión (6% del total de construcción), reasentamientos y plan de gestión ambiental y social (a cargo del contratista y a cargo del organismo ejecutor).

Se estima un plazo de ejecución del proyecto de 18 meses, iniciando en el segundo semestre de 2017.

***Nota:*** *Si bien el presupuesto originado por INVEST-Honduras incluye costos de escalamiento valorados en 8% del costo de obra, hace parte del alcance de esta consultoría su revisión.*

# Diagnóstico General de Costos

En este numeral se presenta el diagnóstico de costos encaminado a la identificación y cuantificación de costos adicionales, desarrollando los siguientes aspectos:

1. Variación entre precios de referencia y precios ofertados en el proceso licitatorio.
2. Principales insumos y su incidencia en el presupuesto de referencia.
3. Variación de precios de mercado en el tiempo.
4. Riesgo de costos adicionales.

## Variación entre Precios de Referencia y Precios de Mercado (Ofertados en Licitación).

El estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras, Chin Sierra,2016) provee una base de datos de costos unitarios por actividades de obra, y relaciones (Precio de Mercado/Costo Unitario), las cuales fueron empleadas para el desarrollo de un modelo probabilístico, estableciendo rangos de variación del costo unitario por actividad, empleando como límites: el costo unitario reportado en el presupuesto de referencia, y el recalculado con base en la información provista en el mencionado estudio.

El análisis en cuestión se realizó para las actividades más representativas en el presupuesto de referencia, seleccionando 37 actividades de un total de 244, las cuales concentran el 80,66% del total del presupuesto de obra. En la siguiente tabla se presentan las actividades relacionadas y los limites determinados para el rango de costos de referencia.

Tabla 5. Rango de Costos de Referencia por Actividad de Obra – Proyecto “La Barca-Pimienta”



Fuente: Elaboración propia con base en presupuesto de referencia (INVEST-Honduras, agosto 2016) y estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras, Chin Sierra,2016).

En los casos en los que la actividad no se encontró en el estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico", se optó por trabajar con el costo unitario reportado en el presupuesto de referencia, aplicando la relación precio unitario/precio de mercado reportada en el mismo informe estadístico (INVEST-Honduras, Chin Sierra,2016).

Se observan variaciones positivas y negativas, que cubren un rango entre -53% a 174% de lo reportado en el presupuesto de referencia del proyecto vial La Barca-Pimienta.

## Principales Insumos y su Incidencia en el Presupuesto de Referencia

El presupuesto de referencia del proyecto vial “La Barca-Pimienta” proporcionado por INVEST-Honduras se encuentra a un nivel de desagregación por actividades, detallando cantidades y costos unitarios, información que complementada con el detalle por actividad del estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras, Chin Sierra,2016), el cual reporta la composición de costos unitarios por insumo básico (materiales, mano de obra y equipos), permite establecer su incidencia en el costo total del proyecto. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los principales insumos y su incidencia en el presupuesto de referencia:

Tabla 6. Insumos Básicos e Incidencias



Fuente: Elaboración propia con base en presupuesto de referencia (INVEST-Honduras, agosto 2016) y estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras, Chin Sierra,2016).

Como se mencionó anteriormente, el análisis se realizó para las actividades más representativas en el presupuesto de referencia, seleccionando 37 actividades de un total de 244, las cuales concentran el 80,66% del total del presupuesto de obra. Las actividades no incluidas y el aporte a la incidencia de insumos básicos se trataron agrupándolas en el componente “Otros”, el cual, en el análisis de proyección de variación de costo de insumos, se relacionará con inflación interna.

Se observa que los índices de costo de mayor incidencia son: equipos (30,8%), asfalto (20,2%), y concreto (9,3%).

## Variación de Precios de Mercado en el Tiempo

Con respecto a la variación en el tiempo de precios de mercado de los insumos básicos, se recurre a las bases de datos de series históricas de : cemento asfaltico, concreto, diésel, acero, salario mínimo, inflación interna, inflación externa, devaluación; provenientes de bases de datos de fuentes oficiales (Banco Central de Honduras e Instituto Nacional de Estadística), gremios (CHICO - Cámara Hondureña de la Industria de la Construcción), y otras entidades (Banco Mundial, centralamericadata, indexmundi, globalpetrolprices, U.S. Energy Information Administration),así como notas de prensa. Analizando su comportamiento en los últimos años (Ver Anexo Series Históricas de Precios), y expectativas de mercado (notas de prensa), se llega a la siguiente caracterización:

Tabla 7. Caracterización de la Variación Anual de Precios de Mercado de Insumos Básicos (variaciones en moneda local)



Fuente: Elaboración propia con base en información fuentes diversas (ya citadas)

Dicha caracterización permite proyectar escenarios futuros en el plazo de ejecución de la construcción del proyecto, permitiendo estimar efectos en costo por escalamiento de precios de mercado.

Se anota que las variaciones proyectadas son en moneda local (Lempira) y por lo tanto para estimar la variación en dólares debe ajustarse por el efecto de devaluación.

Para la definición de las variaciones mínimas y máximas por año (2016 a 2018), se tuvieron las siguientes consideraciones:

* Inflación externa: Igual a la variación empleada por la EIA[[15]](#footnote-15) en sus proyecciones de precios de los combustibles, entre 1,8% y 2,0 anual.
* Inflación interna: De acuerdo a comunicado del Banco Central de Honduras, publicado por centralamericadata.com[[16]](#footnote-16): “En el Programa Monetario 2016-2017, de acuerdo con la evolución económica reciente y considerando las expectativas económicas internacionales y nacionales se estima que la inflación interanual se ubique en un rango meta de 4.5% ± 1.0 puntos porcentuales”.
* Devaluación: La devaluación promedio anual en los últimos 5 años ha sido en promedio de 4%, con un mínimo de 3,35% en 2013 y un máximo de 4,82% en 2012[[17]](#footnote-17).
* Material granular: El estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras, Chin Sierra,2016), reporta para el periodo 2004-2012 cifras de costos para base triturada que arrojan un incremento promedio anual de 12%. En ausencia de mayor información se opta por trabajar con un rango de variación anual entre inflación y 12%.
* Cemento: En febrero de 2014 la Secretaria de Desarrollo Económico (SDE) y cementeras acordaron fijar en 7,60 usd/bolsa el precio en planta[[18]](#footnote-18), en la modelación se mantendrá este precio en USD, correspondiendo la variación del precio interno en Lempiras a la devaluación simulada.
* Concreto: Se toma como variación anual en precio el promedio entre la variación del precio de material granular y la variación del precio de cemento.
* Equipos, componente combustible: En cuanto a la proyección de combustibles, se toma en consideración para su proyección lo siguiente:
  + La evolución histórica[[19]](#footnote-19), y las proyecciones del precio internacional del barril de petróleo[[20]](#footnote-20).
  + La evolución histórica de precios del Diesel en USA[[21]](#footnote-21), y las proyecciones de variación del precio al usuario final[[22]](#footnote-22).
  + Evolución histórica de precios del diésel al usuario final en Honduras[[23]](#footnote-23)
  + La devaluación histórica[[24]](#footnote-24) y proyectada en Honduras

En la siguiente ilustración se presentan los índices de precios de petróleo crudo y diésel tomando como base dólares nominales, normalizado en 2006 igual a 1,00.

Ilustración 3. Indicadores de Precio Petróleo y Diésel



Fuente: Elaboración propia con base en fuentes citadas en pie de pagina

Se observa lo siguiente:

* + El precio del petróleo se caracteriza por importantes fluctuaciones en su precio, destacándose un máximo histórico en 2008 (132 usd/barril[[25]](#footnote-25)), un periodo de relativa estabilidad entre 2011 y 2014 (105 usd/barril[[26]](#footnote-26)), y un mínimo histórico en 2016 (31 usd/barril[[27]](#footnote-27)).
  + El precio promedio del Diésel en el mundo y en Honduras al usuario final, como es lógico, ha reaccionado a la variación del precio del crudo, suavizando dicha variabilidad en el corto plazo (producto de las reservas internacionales y mercado de futuros), pero siguiendo claramente la tendencia de su materia prima. Es así como se observa una tendencia creciente de 2006 a 2012, y decreciente entre 2012 y 2016, siguiendo de manera atenuada la variación del precio del crudo.
  + De otra parte, la variación del precio del Diésel al usuario final en USA se apega de mayor forma a la variación del precio del crudo.
  + Las proyecciones 2016 a 2020 realizadas por la EIA (U.S. Energy Information Administration) indican un incremento en el costo del crudo con tendencia al nivel de precios observado entre 2011 a 2014. Lo que indica un crecimiento en el valor del precio del barril de petróleo de 21,6% promedio anual.

Bajo estas consideraciones se procede a proyectar el precio del Diesel de la siguiente forma:

* Se asume que el índice de precio del Diésel para el usuario final en Honduras seguirá como lo ha hecho históricamente la tendencia de variación de precio del crudo, tendiendo nuevamente a los niveles de precio observados entre 2011 a 2014.
* Se encuentra la tasa anual promedio de crecimiento entre 2016 a 2020 de tal forma que en 2020 el índice de precio del Diesel en Honduras iguale el índice de precio del Petroleo, es decir que las variaciones acumuladas desde 2006 para los dos índices se igualen. Dicha tasa corresponde a 7,8% de incremento promedio anual en dólares (USD) nominales, por lo tanto, para la variación en moneda local debe sumarse la proyección de devaluación.
* Se contratas con la variación promedio anual entre 1998 a 2014 (año antes de la senda de disminución del precio del crudo), lo que indica que Honduras experimento un crecimiento promedio anual de 8%[[28]](#footnote-28) en dólares (USD) nominales.
* Se adopta entonces una tasa promedio de crecimiento anual 2016 a 2020 entre 7% y 8% en dólares, a lo cual se le suma la devaluación proyectada, obteniendo la variación de precio en moneda local.
* Para el año 2016 se sigue la tendencia actual, que reporta una variación al mes de septiembre de -3,5% año corrido, y -6,5% últimos doce meses[[29]](#footnote-29).
* Asfalto: La variación en precio se iguala a la modelada para el precio del Diesel.
* Acero: Actualmente la sobreproducción de acero proveniente de China que ha inundado los mercados internacionales, ha deprimido en muchos casos el precio del producto[[30]](#footnote-30) (China produce la misma cantidad de acero que el resto del mundo[[31]](#footnote-31)). Por otro lado, los precios de la varilla en Estados Unidos son más bajos que en Honduras, pero no se puede importar debido a que se aplica un impuesto de importación de 15 por ciento, igualando el precio de material importado al precio nacional[[32]](#footnote-32). En este marco, se opta en la proyección de precio 2016-2018, mantener el precio internacional del acero sin variación, aplicando al precio interno la variación por devaluación.
* Mano de obra: En 2015 y 2016 se decretó el incremento en salario mínimo en 6,5% para empresas con entre 51-150 trabajadores, dicho incremento se acordó revisarlo anualmente en función de la evolución de la economía nacional, en especial la inflación. Para modelación de trabajaran incrementos entre inflación+1% y 6,5% anual.
* Equipos, componente capital, mano de obra, otros: Su variación en precio se iguala al promedio entre: i) incremento en salario mínimo; y ii) inflación externa + devaluación (es decir simulando variación en inversión en equipos importados).
* Otros: La variación en el precio de “otros” componentes se iguala a la proyección de inflación interna.

La información histórica y de proyección se presenta en el ANEXO: Series Históricas de Precios.

Para la simulación probabilística de variación en precios, se asumió distribuciones uniformes, bajo el concepto de que valores en los rangos anteriormente definidos son igualmente probables.

## Riesgo de Costos Adicionales

El organismo ejecutor INVEST-Honduras suministró una base de datos compuesta de 18 proyectos, de los cuales se descartan para el análisis 6 proyectos con variaciones en costos adicionales sobre el presupuesto inicial atípicas por obras adicionales o cambios en especificaciones (superiores a 28%). Sobre los 12 restantes, se presenta en la siguiente ilustración el porcentaje de costos adicionales que presentaron en su ejecución, por obras adicionales o mayores cantidades de obra:

Ilustración 4. Porcentaje de Costos Adicionales (%) – Proyectos Viales Honduras



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por organismo ejecutor INVEST-Honduras

En promedio los costos adicionales representan un 11,69% del costo inicial del contrato, con una desviación estándar de 8,72% (Ver ANEXO - Serie Histórica de Costos de Proyectos), dicho valor considera impacto por ampliación en plazo.

.

No es frecuente que la comunidad solicite obras adicionales en ejecución, por lo general esto se concilia en etapa de pre-inversión, como mecanismo de mitigación el BID exige: i) haber realizado al menos una consulta pública en concordancia con lo estipulado en las Políticas Ambientales y Sociales del Banco; y ii) presentar un Plan de Reasentamiento Involuntario (PRI) cuando así se requiera.

# Valoración del Riesgo de Costos Adicionales

En este apartado se presenta, sobre los riesgos identificados, los aspectos a considerar en su análisis y cuantificación. A continuación, se enumeran, describen, y califican de manera cualitativa en cuanto a probabilidad de ocurrencia e impacto:

Tabla 8. Riesgos a Evaluar y Calificación

| **RIESGO** | **DESCRIPCION** | **Probabilidad de Ocurrencia** | **Impacto de la Ocurrencia** |
| --- | --- | --- | --- |
| Precios de Referencia vs de Mercado | Se refiere a la variación existente entre los costos de referencia y los de Mercado. | Muy Probable | Impacto Menor.  Se cuenta con bases estadísticas que permiten una mayor aproximación. |
| Cantidades de Obra | Mayores cantidades de obra a las previstas. | Muy Probable  En promedio los costos adicionales representan 11,55% del costo inicial, con una desviación estándar de 10,56%. | Impacto Menor a Moderado. |
| Obras Adicionales NO Previstas | Obras No previstas, que en el momento de ejecución se encuentra necesario realizar, solicitadas por la comunidad | Improbable  Por lo general la interacción con la comunidad se da en la etapa de preinversión. | Impacto Menor |
| Variación en el tiempo de Costos Unitarios | Variación de Costos Unitarios en el tiempo, ya sea por fenómenos inflacionarios, devaluación, o dinámica propia de la oferta y demanda del mercado | Altamente Probable | Impacto Menor a Moderado. |
| Riesgo Cambiario | Variación moneda local (Lempira) vs Dólar.  Incide en costo de materiales importados, o sensibles a cambios en el precio internacional. | Altamente Probable | Impacto Menor |
| Retrasos en tiempos de ejecución de obra por motivos ajenos al contratista | En este tópico se tiene el paro de obra por causas del contratista o ajenas a el  . | Probable | Impacto Menor a moderado |
| Compra de Predios | Incremento en los valores inicialmente previsto.  Difícil negociación. | Muy Probable | Impacto Alto  Riesgo asumido por el organismo ejecutor.  Por exigencia del BID como mecanismo de mitigación previo a la licitación del contrato de diseño de las obras, se debe tener la posesión legal de los inmuebles donde se construirá la respectiva obra, las servidumbres u otros derechos necesarios para su construcción y utilización  En consideración a lo enunciado, no se considerará el análisis de dicho riesgo, por cuanto no hace parte de lo financiado con los recursos del préstamo. |
| Riesgo de retrasos en inicio de obra por demora en proceso de adquisición de predios y servidumbres | El riesgo en cuestión retrasa el inicio de obra e incide en el riesgo de costos adicionales por escalamiento de precios de insumos de obra en el tiempo. | Media-Alta | Baja a moderado |
| Riesgo de cartera | Asociado a costos financieros y paro de obra por retraso en pagos por parte del Estado | Poco probable en contratación BID | Nula |

Fuente: Elaboración Propia

Se advierte que, en el análisis realizado, se ha considerado que riesgos de costos adicionales asociados a la expedición de licencias (ambientales y otras), no se presentarán, dado que es requisito por parte del BID que dichos procesos se ejecuten antes de la contratación de obra.

Ahora, se considera importante revisar el tema de la asignación de riesgos entre contratantes y contratista y mecanismos de mitigación, para lo cual se recomienda lo siguiente:

Tabla 9. Riesgos: Asignación y Mitigación

| RIESGO | ASIGNACION DE RIESGO  (sugerida) | | OBSERVACIONES / MECANISMO DE MITIGACION (sugerido) |
| --- | --- | --- | --- |
| ESTADO | PRIVADO |
| Costos Unitarios Ofertados |  | X | Asumido completamente por el contratista, como conocedor del sector y negociador directo. |
| Variación en Cantidades de Obra |  | X | Asumido por el contratista.  Por lo general se emplea la modalidad de contratación a precio global. Lo que suele requerir diseños detallados en preinversión.  Sin embargo, se cuantifica dado que el agente privado lo valora y refleja en su oferta licitatoria.  Como mecanismo de mitigación se ha empleado en diferentes países la figura de asesor técnico o Inspector de campo para apoyar la gestión de control de costos y optimización de diseños. |
| Obras Adicionales NO Previstas | X |  | Se sugiere cubrir dicho riesgo con cargo a un fondo de imprevistos. |
| Variación en el tiempo de Costos Unitarios |  | X | Asumido por el contratista.  Por lo general se emplea la modalidad de contratación a precio global.  Sin embargo, se cuantifica dado que el agente privado lo valora y refleja en su oferta licitatoria.  Otra opción es que lo asuma el Estado, y regularlo mediante una ecuación de escalamiento (esquema usado en Honduras). |
| Riesgo Cambiario |  | X | Asumido por el contratista.  Sin embargo, parte de su mitigación se canaliza mediante la fórmula de escalamiento, en la medida que afecte el precio de mercado de los insumos de obra. |
| Retrasos en tiempos de ejecución de obra | X | X | La experiencia indica que es el contratista quien lo asume, si las acusas son atribuibles a su gestión. De lo contrario lo asume el Estado. |
| Compra de Predios | X |  | El Estado debe asumir el riesgo, es exigencia del BID la compra de predios y servidumbres previo a la licitación del contrato de diseño de las obras. |
| Riesgo de retrasos en inicio de obra por demora en proceso de adquisición de predios y servidumbres | X |  | Incide en mayor costo de obra por escalamiento de precios en el tiempo, mayores costos administrativos, y paro de personal en obra en caso de haberse ya iniciado la ejecución.  Se recomienda llevar a cabo el proceso de compra de predios y servidumbres antes de inicio de obra |
| Riesgo de cartera |  | X | La experiencia indica que es el contratista quien lo asume.  En contratos BID es mínimo o nulo |

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se tratarán los riesgos a analizar de la siguiente forma:

Tabla 10. Riesgos: Tratamiento en Modelación

| **RIESGO** | **TRATAMIENTO EN MODELACION** |
| --- | --- |
|
|  |
| Precios de Referencia vs de Mercado | *Variables Aleatorias:* Precio unitario por actividad que conforma el presupuesto de referencia, en un rango definido por el precio empleado en dicho presupuesto y el reportado en el estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras,Chin Sierra,2016), el cual provee una base de datos de costos unitarios por actividades de obra, y relaciones (Precio de Mercado/Costo Unitario), las cuales se emplean para establecer un modelo probabilístico. Se trabajará con una distribución de probabilidad uniforme. |
| Variación en el tiempo de Costos Unitarios desde elaboración del presupuesto inicial hasta finalización de obra. | *Variables Aleatorias:* Variación en el tiempo de precios de mercado por insumo básico (escalamiento de precios).  Distribuciones uniformes con máximos y mínimos según evolución histórica y expectativas de mercado (Ver Tabla 7. Caracterización de la Variación Anual de Precios de Mercado de Insumos Básicos (variaciones en moneda local)).  Para la variación de costos en el plazo de construcción se asumió la siguiente ejecución:  Inicio segundo semestre de 2017, fin segundo semestre de 2018.  Ejecución presupuestal:  II Semestre 2017 10%  I Semestre 2018 45%  II Semestre 2018 45%  Total 100% |
| Variación en Cantidades de Obra | *Variables Aleatorias:* Variación en el tiempo de cantidades de obra, variable global con base en acontecer historico.  Distribución Normal, media 11,69%, desviación estándar 8,72% |
| Obras Adicionales NO Previstas | Dado que la evidencia demuestra la baja probabilidad e impacto del evento, se asumió impacto cero (0). |
| Riesgo Cambiario | Distribución uniforme, de acuerdo a rango de variación de los últimos 5 años. |
| Compra de Predios  Riesgo de retrasos en inicio de obra por demora en proceso de adquisición de predios y servidumbres | Por exigencia del BID como mecanismo de mitigación previo a la licitación del contrato de diseño de las obras, se debe tener la posesión legal de los inmuebles donde se construirá la respectiva obra, las servidumbres u otros derechos necesarios para su construcción y utilización  En consideración a lo enunciado, no se considerará el análisis de dicho riesgo, por cuanto no hace parte de lo financiado con los recursos del préstamo. |
| Riesgo de Cartera | No aplica |

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis se empleó el Método de Montecarlo empleando una macro comercial y como plataforma de cálculo la hoja electrónica Microsoft EXCEL. Las variables probabilísticas corresponden a costos y cantidades que hacen parte de un modelo simplificado de costos de obra, con base en los presupuestos hasta el momento oficiales suministrados por el BID. Finalmente, se encontró la curva de distribución de probabilidad del porcentaje de costos adicionales sobre el valor base de la obra.

## Valoración de Variación en Precios de Mercado en el Tiempo

En cuanto a la valoración de la provisión en costo del proyecto por la variación en el tiempo de los precios de mercado de los principales insumos, se procede a estimar la provisión de escalamiento, para lo cual se simula inicio de obra en el segundo semestre de 2017 con finalización hacia finales de 2018

En la Tabla 6 y Tabla 7 se presentan para los insumos que hacen parte de la “canasta de costos” del proyecto, su incidencia, y el rango de variación (limites mínimo y máximo). Para la simulación de Montecarlo se asumió una distribución uniforme para cada una de las variaciones anuales.

Se obtiene entonces un estimado del valor esperado por variación por escalamiento desde su estimación (2016 segundo semestre) hasta terminación de obra hacia finales de 2018 de 3,9%, y la siguiente curva de distribución de probabilidad:

Ilustración 5. Variación Promedio de Precios de Mercado en el Tiempo 2016 a 2020 - Curva de Distribución de Probabilidad



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta la estructura empleada para el cálculo de la provisión de escalamiento

Tabla 11. Estructura para Cálculo de Provisión de Escalamiento de Precios



Fuente: Elaboración propia

Se observa lo siguiente:

* Se trabaja en unidades de tiempo semestrales.
* Se trabaja inicialmente con el presupuesto en moneda local (Lempira), incluyendo costos de administración y supervisión, sin considerar la provisión por escalamiento, ni rubros a cargo del organismo ejecutor (reasentamiento y Plan de Gestión Ambiental y Social).
* Se parte de un supuesto de ejecución de obra a inicios del segundo semestre de 2017 con terminación a finales de 2018.
* Se calcula la variación del periodo, proveniente de la simulación anual por insumo e incidencia de cada insumo en la “canasta de costos” del proyecto.
* Se asume que en el primes semestre del año se tiene el 60% de la variación simulada para la totalidad del año.
* Se calculan variaciones acumuladas las cuales se aplican sobre desembolsos.
* Se escalan precios sobre desembolso.
* Se calcula el factor de escalamiento en moneda local (Lempira).
* Se simula la devaluación de la moneda local por periodo y tasa de cambio promedio periodo.
* Se expresan desembolsos ya escalados en dólares americanos.
* Se calcula el factor de escalamiento en dólares americanos.
* Se anota que el valor reportado del proyecto (en la tabla) no considera: “Administración Delegada Lempiras (6%)”, ni “Cláusula Escalatoria Lempiras (8%)”.

Se tiene que la provisión de Escalamiento se estima en su valor esperado en 3,9% en moneda USD.

Se recomienda cubrir el valor esperado (implica 50% de certeza) en consideración a que sobre los rangos de variación de los insumos de obra sobre los que se asumió igual probabilidad de ocurrencia son relativamente cerrados y con buen nivel de certeza, siendo el plazo de proyección corto.

## Valoración de Riesgo de Costos Adicionales por Mayores Cantidades de Obra

Partiendo de los supuestos reportados en la Tabla 10. Riesgos: Tratamiento en Modelación, se obtiene la siguiente distribución de probabilidad para costos adicionales por mayores cantidades de obra, expresados como porcentaje sobre el presupuesto de referencia del costo de obra

Ilustración 6. Costos Adicionales por mayor Cantidad de Obra - Curva de Distribución de Probabilidad – 90% de Certeza – Valor Sin incluir Riesgo de Costo en Predios



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos indican lo siguiente:

* El porcentaje de costos adicionales, sin considerar el mayor riesgo de costo de predios, sobre el valor inicialmente presupuestado, asciende a un valor esperado de 13%.
* La estimación considera la variación entre precios empleados en el presupuesto de referencia, y precios de mercado, de acuerdo a estadísticas reportadas en el estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras,Chin Sierra,2016)
* Dada la dispersión observada históricamente en proyectos ejecutados por INVEST-Honduras entre 2008 a 2015 (Distribución Normal, media 11,69%, desviación estándar 8,72%), se recomienda trabajar con el valor esperado de la provisión simulada.
* Se recomienda implementar mecanismos de gestión de control de costos y optimización de diseño y especificaciones en etapa de ejecución. En países como Panamá y Nicaragua, aplicando un estricto seguimiento a la ejecución, y prácticas de control, gestión de costos, y optimización de diseños y especificaciones, se ha minimizado el porcentaje de costos adicionales a niveles inferiores a 3,0%.

Se anota que:

* No se consideraron retrasos en iniciación de obra
* No se consideró el riesgo de mayores costos en compra de predios.
* Se trabaja con el presupuesto incluyendo costos de administración y supervisión, sin considerar la provisión por escalamiento, ni rubros a cargo del organismo ejecutor (reasentamiento y Plan de Gestión Ambiental y Social).
* En este caso el porcentaje se refiere al efecto de mayores cantidades de obra u obras adicionales, por lo tanto, la provisión aplica al presupuesto en Lempiras o dólares americanos.

# Conclusiones y Recomendaciones

Con base en los análisis realizados y resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Del análisis estadístico de costos adicionales en proyecto viales ejecutados por INVEST-Honduras históricamente, se observa la existencia de los mismos con un valor medio como porcentaje del costo inicial del proyecto de 11,69% y desviación estándar 8,72%
2. Se observa que el presupuesto inicial del proyecto de muestra “Corredor Logístico La Barca – Pimienta” tiene dos tipos de reserva: “Administración Delegada Lempiras (6%)”, y “Cláusula Escalatoria Lempiras (8%)”. Las cuales suma 14% sobre el valor de obras
3. Del análisis probabilístico se obtiene:
   1. Por escalamiento la necesidad de una provisión con valor esperado de 3,9% sobre el valor del proyecto, asumiendo inicio de obra en el segundo semestre de 2017 y terminación a finales de 2018. Dicha variación de precios es jalonada básicamente por la variación de derivados del petróleo (asfalto y diésel).
   2. Por riesgo de costos adicionales se estima una provisión con valor esperado de 13% sobre el valor del proyecto.
   3. La suma de las provisiones es de 17% sobre el valor del proyecto
4. De otra parte, se tiene que países como Panamá y Nicaragua, aplicando un estricto seguimiento a la ejecución, y prácticas de control, gestión de costos, y optimización de diseños y especificaciones, se ha minimizado el porcentaje de costos adicionales a niveles inferiores a 3,0%[[33]](#footnote-33).
5. En consideración a lo anterior se recomienda para el proyecto “**Corredor Logístico La Barca – Pimienta”**:
   1. Implementar mecanismos de seguimiento a la ejecución, y prácticas de control, gestión de costos, y optimización de diseños y especificaciones.
   2. Se encuentra que las reservas (escalamiento y administración delegada) ya consideradas en el presupuesto de referencia son suficientes para cubrir la estimación de escalamiento y cuantificación del riesgo de costos adicionales, bajo la premisa del cumplimiento de la recomendación del numeral (a.). Por lo tanto, no se estima necesario adicionar el presupuesto para cubrir de mayor forma el riesgo de costos adicionales y escalamiento.
6. Con respecto a la recomendación de asignación de riesgos analizados ver Tabla 9. Riesgos: Asignación y Mitigación

# Lista de referencias

* Project Management Body of Knowledge del Project Management Institute
* Perfil del Proyecto. BID, 2016.
* Estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras,Chin Sierra,2016).
* Banco Central de Honduras.
* Otros citados en texto.

# ANEXOS - Series Históricas de Precios

A continuación, se presentan las series de variación de precios de los principales insumos operacionales:

IPC (Banco Central de Honduras):



DEVALUACIÓN (Banco Central de Honduras):



VARIOS (Estudio “Costos de Obras Viales, Informe Estadístico" (INVEST-Honduras,Chin Sierra,2016):



**SALARIO MINIMO** (http://www.tusalario.org/honduras/portada/salario/salario-minimo)



**PROYECCION COMBUSTIBLES**

EIA - U.S. Energy Information Administration

http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj, Annual projections to 2040 - Petroleum product prices. Consultada 3 /08/2016.



# ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente INVEST-Honduras)



# ANEXOS - Serie Histórica de Costos de Proyectos (Fuente INVEST-Honduras)



1. Servicios de consultoría, especialista en costos de obras viales para apoyar la pre-inversión en el sector vial en la República de Honduras. [↑](#footnote-ref-1)
2. Perfil del proyecto (IDBDOCS-#40285114 – v1), BID, 2016 [↑](#footnote-ref-2)
3. Idem [↑](#footnote-ref-3)
4. idem [↑](#footnote-ref-4)
5. idem [↑](#footnote-ref-5)
6. idem [↑](#footnote-ref-6)
7. idem [↑](#footnote-ref-7)
8. idem [↑](#footnote-ref-8)
9. Información proporcionada por BID, fuente: INVEST-Honduras (Agosto de 2016). [↑](#footnote-ref-9)
10. Unidad de gestión (planeación, administración e implementación) de proyectos y programas estratégicos para el desarrollo del país adscrita a la Coordinación General de Gobierno, cuyo propósito es gestionar eficaz y transparentemente proyectos y programas de desarrollo con fondos internacionales y nacionales bajo un modelo eficiente y moderno de gerenciamiento. (de: http://www.mcahonduras.hn/quienes-somos/). [↑](#footnote-ref-10)
11. Project Management Institute [↑](#footnote-ref-11)
12. Project Management Body of Knowledge del Project Management Institute, guía ampliamente aceptada como estándar en la gestión de proyectos. [↑](#footnote-ref-12)
13. Servicios de consultoría, especialista en costos de obras viales para apoyar la pre-inversión en el sector vial en la República de Honduras. [↑](#footnote-ref-13)
14. <http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj>. [↑](#footnote-ref-14)
15. U.S. Energy Information Administration [↑](#footnote-ref-15)
16. Consulta en agosto de 2016, pagina: <http://www.centralamericadata.com/es/article/home/>

    /Programa\_macroeconmico\_Honduras\_201617. Publicado 18/02/2016. Texto completo: http://www.bch.hn/download/programa\_monetario/programa\_monetario\_2016\_2017.pdf [↑](#footnote-ref-16)
17. Banco Central de Honduras. http://www.bch.hn/tipo\_de\_cambiom.php [↑](#footnote-ref-17)
18. ttp://www.elheraldo.hn/pais/937042-466/unos-l-50-ha-subido-la-bolsa-de-cemento-en-los-%C3%BAltimos [↑](#footnote-ref-18)
19. http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=petroleo-crudo&meses=300 [↑](#footnote-ref-19)
20. EIA - http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj, Annual projections to 2040 - Petroleum product prices. Consultada 3 /08/2016. Promedio de las variaciones en precio de petróleo crudo: Brent Spot, West Texas Intermediate Spot, Average Imported. [↑](#footnote-ref-20)
21. <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=diesel&meses=300>. New York Harbor Ultra-Low Sulfur No 2 Diesel Spot Price, US$ per gallon. Fuente original: US Energy Information Administration (EIA) [↑](#footnote-ref-21)
22. <http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj>, Annual projections to 2040 - Petroleum product prices. Consultada 3 /08/2016. Los precios proyectados incluyen impuestos federales y estatales, no incluye impuestos locales. [↑](#footnote-ref-22)
23. Notas de Prensa de <http://www.elheraldo.hn>; serie histórica reportada en Banco Mundial <http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.DESL.CD?locations=HN>; Global Petrol Prices

    http://es.globalpetrolprices.com/Honduras/diesel\_prices/ [↑](#footnote-ref-23)
24. Banco Central de Honduras. http://www.bch.hn/tipo\_de\_cambiom.php [↑](#footnote-ref-24)
25. http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=petroleo-crudo&meses=300 [↑](#footnote-ref-25)
26. Idem [↑](#footnote-ref-26)
27. Idem [↑](#footnote-ref-27)
28. Calculos propios con base en información Banco Mundial: http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.DESL.CD [↑](#footnote-ref-28)
29. http://www.centralamericadata.com/es/search?q1=content\_es\_le:%22precio+combustible%22&q2=mattersInCountry\_es\_le:%22Honduras%22 [↑](#footnote-ref-29)
30. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160426\_economia\_precios\_acero\_efectos\_consumidor\_lf [↑](#footnote-ref-30)
31. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/03/150327\_china\_inunda\_acero\_barato\_ac [↑](#footnote-ref-31)
32. http://test.mundoacero.com/un-15-aumenta-la-varilla-de-hierro-en-honduras/ [↑](#footnote-ref-32)
33. • Estudio “ESTIMACIÓN DE SOBRECOSTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE INTEGRACION VIAL - NICARAGUA // PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL CAMINO PANTASMA-WIWILI // PRESTAMO BID NI-L1092”, BID. Consultor Ing. Leonardo Vásquez, Ago/2015. [↑](#footnote-ref-33)